

# 基于 PCA-BCC 的福建省茶叶流通效率评价

陈 梦, 林桂兰

(厦门大学 嘉庚学院, 福建 漳州 363105)

**摘要:**在梳理福建省茶叶行业发展情况基础上,采用主成分分析法与数据包络分析法相结合,设计指标体系,搜集 2000—2017 年数据,进行茶叶流通效率评价研究。研究表明:福建省茶叶流通效率在 2000—2003 年很高,随后逐年下降。针对福建茶业流通存在环节过长、企业流通组织化程度低、信息不对称等问题,提出打造知名茶品牌、创新茶叶流通模式、提升流通环节信息化水平等建议。

**关键词:**福建省;茶叶流通;效率评价;主成分分析法;数据包络分析

**中图分类号:**F327;F323.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1008-6021(2020)04-0013-06

## 一、引言

作为国内产茶大省,福建省乌龙茶名闻天下。早在明清时期,福建省就通过海上丝绸之路拓展茶业贸易,在《福建省 21 世纪海上丝绸之路核心区建设方案》中,明确指出复兴茶业目标,积极推动福建茶叶国际化步伐。2018 年福建省陆续颁布《关于推出绿色发展质量兴茶八条措施的通知》《福建茶叶绿色发展技术规程》等文件,推动茶产业绿色发展步伐,提高茶产业化水平。多方利好消息刺激福建茶业不断发展,但缺乏知名的茶品牌、茶叶流通渠道过长、茶产业化水平较低等问题,却成为福建茶业进一步发展的桎梏。早在十年前就有学者开始关注茶叶流通<sup>[1-2]</sup>,现有研究主题相对集中在流通渠道和方式上,定性分析居多,定量分析较少,所用方法相对集中。文章拟立足福建省情,通过梳理福建省茶业发展背景,采用主成分分析法结合数据包络分析法,对福建省茶叶流通效率进行评价,并提出针对性的发展建议。

## 二、福建省茶业发展背景概述

### (一)茶产量概况

2017 年全球茶叶总产量达 568.6 万吨(同比增长 2.2%),其中亚洲继续雄踞世界产茶最大区域榜

首,占比高达 86.7%,遥遥领先于第二名的非洲(占比 11.4%)。据《中国茶叶行业分析报告(2019)》数据显示,截止到 2018 年底,中国茶叶种植面积和茶产量均位居世界榜首,其中茶叶种植面积 290 多万公顷(占比 61%),茶产量高达 261 万吨(占比 45%)。分省份而言,中国主要的茶园位于贵州、云南、四川、湖北以及福建五个省份,而福建省干毛茶产量位居全国第一,略高于第二名云南省。绿茶主要产于云南、四川、湖北、浙江及福建五省,红茶集中产于云南、福建、湖北、湖南和广西,而福建、湖北、贵州、江西和四川则为白茶产量前五。可以看出,福建省白茶、红茶、绿茶产量均在国内居领先优势。

### (二)茶叶进出口概况

2017 年世界茶叶进出口均有所下滑。进口方面,全球茶叶总进口量为 169.3 万吨(同比下降 2.2%),巴基斯坦进口量居世界第一(占比 10.34%),俄罗斯其次(9.45%),美国(7.44%)、英国(6.43%)分列三、四位。出口方面,全球茶叶总出口量为 177.8 万吨(同比下降 1.1%),肯尼亚(23.38%)、中国(19.98%)、斯里兰卡(15.65%)和印度(13.54%)分列出口榜单前四位。

**收稿日期:**2020-07-30

**基金项目:**福建省教育厅中青年教育科研项目(科技类)“‘一带一路’背景下福建农产品跨境供应链信息不对称问题研究”(项目编号:JAT191090);福建省社会科学规划项目“福建物流产业创新联动转型升级路径与对策研究”(项目编号:FJ2018B016)

**作者简介:**陈 梦(1986—),女,四川宜宾人,副教授,会计师,经济师。研究方向:农产品物流。

2018 年,中国茶叶出口 36.4 万吨(+2.7%),出口额高达 17.8 亿美元(+10.5%)。出口结构方面,绿茶位居榜首,出口占比达 83%,第二名红茶(10%)与其差距甚远,乌龙茶(4%)、花茶(2%)和普洱(1%)分列出口茶类三、四、五位。分省份而言,浙江茶叶出口量位居全国第一(占比 46%),遥遥领先于第二名安徽(16%),而福建位列第四位(占比 7%);出口额方面,浙江继续保持全国第一,占比 30%,福建则跃居第二,占比 20%,而新疆茶叶出口额增幅巨大。

### (三)福建省茶业发展情况总结

综合而言,福建省茶业在全国处于领先地位,茶业规模优势较好,茶叶品类丰富,政府及社会各界积极支持,为茶业发展提供了良好条件。但福建省茶业发展还存在品牌影响力低、渠道分散等诸多问题,文章立足于福建省基本情况,重点关注茶叶流通效率问题,运用 PCA-BCC 模型探讨福建省茶叶流通效率情况。

## 三、福建省茶叶流通效率指标体系设计

### (一)方法概述

主成分分析法(PCA)是运用降维思想,从复杂的多变量中提取能反映其变化规律的主成分的方法,基本步骤为:第一步将原样本进行提炼,通过相关性验证是否适合进行主成分分析;第二步求相关系数矩阵;第三步求相关系数矩阵的特征值及对应的单位特征向量;第四步提取主成分,并进行适当的解释。

数据包络分析(DEA)是由美国运筹学家 A. Charnes 和 W. W. Cooper 提出<sup>[3]</sup>,主要运用线性规划法,对投入指标决策单元和产出指标决策单元进行有效性评价。DEA 经典模型包括 CCR(规模报酬不变)、BCC(规模报酬可变)模型以及 Malmquist(生产率)指数。技术效率(TE),也称综合技术效率,是衡量资源是否充分配置及利用的综合指标。纯技术效率(PTE)是衡量企业的管理以及技术水平高低的指标;规模效率(SE)用以衡量企业规模的合理性,但并非规模越大越好,是一个对特定规模条件下的产出效率的评价指标。三者之间的关系是:  $SE = TE/PTE$ 。

因福建省茶叶流通效率评价包括多方面,若直接采用 BCC 法会导致评价单元太少,指标太多,造成决策单元的效率值均为 1 的状况。故本文采用主成分

分析与 DEA-BCC 相结合的分析方法,先将多指标数据提取主成分,计算综合得分,再代入 BCC 模型进行计算。

### (二)指标体系设计

遵循全面性、相关性、可行性及整体性等原则,剔除相关系数较低的茶叶批零业总资产周转率、茶叶批零业购销率等指标,制定合理的茶业流通效率指标体系,最终保留投入与产出两大类四小类共 10 个指标,分别是:投入指标流通成本,包括播种面积/千公顷、茶叶产量/万吨、茶叶总产值/亿元、主营业务成本/万元;产出指标流通规模(茶叶批零系数百分比、茶叶批发业集中度百分比)、流通速度(茶叶零售企业集中度百分比、茶叶批零业流动资产周转率百分比、茶叶批零业固定资产周转率百分比)、流通效益(茶叶批零业利润率百分比)通过福建省统计年鉴搜集 2000—2017 年共 18 年指标数据,构成原始数据(表略)。

## 四、建模分析

### (一)主成分分析

文章基于 SPSS22.0 对福建省茶叶流通效率原始数据展开主成分分析。

首先,采用 Zscore 法对原始数据进行标准化。

其次,进行 KMO 检验和 Bartlett 球形检验。其中 KMO 值为 0.747,高于一般可进行因子分析的 0.7 的界限要求,Bartlett 的球形度检验值无限趋近于 0,说明福建省茶叶流通效率原始数据适合进行因子分析。

第三,提取主成分。分别提取 1 个投入指标主成分  $U$ ,2 个产出指标主成分  $F_1$ 、 $F_2$ (表 1)。

第四,计算主成分载荷矩阵及成分得分。为了方便计算,我们将标准化后投入指标设为  $X_i$ ,将标准化后的产出指标设为  $Y_i$ ,产出指标综合成分为  $F$ ,具体计算公式为:

$$U = 0.491X_1 + 0.509X_2 + 0.508X_3 + 0.491X_4$$

$$F_1 = 0.497Y_1 + 0.522Y_2 - 0.48Y_3 - 0.145Y_5 - 0.308Y_6 + 0.366Y_7$$

$$F_2 = -0.196Y_1 + 0.063Y_2 - 0.263Y_3 - 0.725Y_5 + 0.396Y_6 + 0.452Y_7$$

因产出指标旋转后累积贡献率为 83.73%,故  $F = F_1 * 50.564/83.73 + F_2 * 33.166/83.73$ ,可得成分得分见表 2。

表 1 主成分提取解释总方差

成分	编号	初始特征值			提取平方和载入			循环平方和载入		
		合计	方差%	累积%	合计	方差%	累积%	合计	方差%	累积%
投入	1	3.828	95.702	95.702	3.828	95.702	95.702			
	2	0.151	3.779	99.48						
产出	1	3.433	57.221	57.221	3.433	57.221	57.221	3.034	50.564	50.564
	2	1.591	26.509	83.73	1.591	26.509	83.73	1.99	33.166	83.73
	3	0.595	9.922	93.652						

表 2 PCA 综合得分及排名

年份	U	排名	F1	排名	F2	排名	F	排名	年份	U	排名	F1	排名	F2	排名	F	排名
2000	-2.32	18	2.083	1	-2.318	18	0.34	11	2009	-0.1	9	1.032	8	0.071	7	0.65	8
2001	-2.31	17	1.912	2	-1.487	17	0.57	9	2010	0.2	8	0.198	10	0.707	3	0.4	10
2002	-2.2	16	1.771	3	-0.74	16	0.78	6	2011	0.86	7	-0.81	12	0.183	5	-0.4	12
2003	-2.07	15	1.575	6	0.046	8	0.97	4	2012	0.87	6	-0.97	13	0.013	9	-0.6	13
2004	-1.85	14	1.63	5	-0.021	10	0.98	3	2013	1.84	5	-1.54	14	-0.19	12	-1	14
2005	-1.52	13	1.526	7	0.075	6	0.95	5	2014	2.45	4	-2.22	15	-0.142	11	-1.4	15
2006	-1.25	12	0.835	9	0.519	4	0.71	7	2015	2.87	2	-2.32	16	-0.722	15	-1.7	16
2007	-0.9	11	-0.01	11	3.86	1	1.52	2	2016	3.19	1	-2.85	17	-0.678	14	-2	17
2008	-0.5	10	1.707	4	1.352	2	1.57	1	2017	2.75	3	-3.56	18	-0.529	13	-2.4	18

第五,结果分析。2008年福建省产出综合成分位列18年中第一位,而投入成分排名第十,说明当年茶叶产出水平明显高于投入水平。主要原因在于茶叶国际研讨会及奥运会均在2008年召开等多方的利好和支持使茶叶产出明显上升。总体来看,投入主成分排名近18年来呈现逐年上升趋势,而产出主成分则呈现先上升后下降的“倒U”型趋势,说明随着茶业投入的不断增长,福建省茶叶产出刚开始逐年上升,直至2008年投入产出完全匹配,随后逐年下降,说明在福建省茶叶流通效率存在严重的资源浪费、效率低下情况。

结合原始数据分析各具体影响因素,投入指标方面,18年来,茶叶播种面积(从129.21千公顷上升到207.11千公顷)、茶叶产量(从12.6万吨上升到39.49万吨)、茶叶总产值(15.73万元上升到235万元)均逐年上升,而主营业务成本指标出现震荡上升趋势,在2002年出现第一个低谷随之反弹上升,到2008年又出现第二个低谷,随后逐年上升直至2017年。总体来看,福建省在18年来茶叶流通效率投入

指标方面均取得较好成效,总体规模不断扩大。产出指标方面,18年来,茶叶批发业集中度逐年下降(从0.964下降到0.836),反之,茶叶零售企业集中度却逐年上升(从0.008上升到0.015),再结合批零系数同样下滑明显(从26.714下降到5.11)的趋势可知,在茶叶流通销售方面,福建省正逐渐加大零售企业比重步伐。周转率方面,茶叶批零业流动资产周转率前两年处于低位,2002年上升迅速,到2007年形成峰值,慢慢回落稳定在2.9左右;而茶叶批零业固定资产周转率相对更为震荡,总体比率稳定在7上下;茶叶批零业利润率前四年均稳定在0.09%左右,2004年陡增到2005年达到第一个峰值0.158%,后回落明显到2007年形成第二个峰值0.176%,逐年下滑直至2017年的0.042%。总体看来,产出指标方面,福建省茶叶产出效率十八年来前五年有较为明显的上升趋势,但中间震荡明显,后8年下滑趋势明显。

## (二)数据包络分析

首先,数据标准化。将提取的三个主成分进行标

准化处理,使指标数值均为正数。

其次,选择模型。CCR 模型是以规模不变为基础,而 BCC 模型是以规模可变为基础,由于规模可变更加符合实际生产的情况,因此选择 PCA-BCC 模型

进行分析。

第三,模型计算。采用 DEAP2.1 进行运算(表 3)。技术效率(综合技术效率)=纯技术效率\*规模效率。

表 3 综合效率计算结果

年份	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	年份	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
2000	1	1	1	—	2009	0.309	0.31	0.999	—
2001	1	1	1	—	2010	0.338	0.342	0.989	drs
2002	1	1	1	—	2011	0.24	0.24	0.997	drs
2003	1	1	1	—	2012	0.227	0.227	0.996	irs
2004	0.794	0.903	0.88	drs	2013	0.168	0.174	0.968	irs
2005	0.622	0.622	0.999	—	2014	0.152	0.156	0.975	irs
2006	0.599	0.604	0.992	drs	2015	0.112	0.127	0.883	irs
2007	0.966	1	0.966	drs	2016	0.109	0.122	0.891	irs
2008	0.512	1	0.512	drs	2017	0.124	0.136	0.916	irs

第四,结果分析。18年中,仅6年DEA有效,技术效率和纯技术效率都达到了1,说明茶叶流通各项资源被充分利用;其他年份均为非DEA有效年份,市场规模未达到最好。具体分为:

(1)高效扩张阶段(2000—2003)。这四年各指标均为1,DEA有效,茶业投入获得最大产出,资源被充分利用。主要因为这几年茶业流通体系并未健全,交通运输和物流配送网络还不够完善,而当时的生产规模与企业规模相对不高,茶农—批发—零售—消费的传统流通渠道能够满足当时的要求,资源得到充分利用。

(2)趋势下滑、产出不足阶段(2004—2011)。这八年来,综合技术效率呈现震荡下滑状态,开始出现茶叶流通效率降低的趋势,尤其是2008年下滑严重,说明企业规模较小且分散,与当时的茶叶企业管理及技术水平不匹配,致使规模报酬为drs,即规模报酬递减,说明投入增加比例大于产出增加比例,没有达到最佳规模,投入明显大于产出。主要原因在于前期福建省总体茶叶流通基础设施及相关配套建设不足,2008年奥运会在中国举办,大大促进了中国茶叶等各项优势行业的发展步伐,为此,大量设施建设快速推进,投入指标迅速增加,而短时间内无法配套足够的流通渠道、无法建设足够多的优势品牌、难以扭转福建省茶叶小规模经济的基本情况,再加上缺乏统

一的茶叶质量标准、机器设备,致使该阶段茶叶批零市场和流通效率发展缓慢。

(3)效率低下、投入不足阶段(2012—2017)。六年来,除2017年略有反弹外,综合技术效率逐年下滑,从绝对值来看均小于0.23,处于低位。其中,规模效率从0.996下降到0.883后适当反弹回0.916,纯技术效率从0.227下滑至0.122后略微反弹回0.136。综合而言,规模报酬为irs即规模报酬递增,意味着福建省茶叶流通行业投入增加比例小于产出增加比例,没有达到最佳规模,存在投入明显不足现象。在前几年茶叶行业快速增长、需求旺盛的基础上促使茶叶流通行业发展,市场对茶叶流通的要求逐渐提高,而茶叶相关投入增长的速度却赶不上,过多小企业无法形成规模经济优势,导致规模效应逐年下滑,而茶业流通效率却逐年降低,茶叶行业管理水平及技术水平均难以满足规模化要求。

### (三)福建省茶叶流通效率问题总结

#### 1. 流通环节过长、成本过高

福建省目前主要的流通模式包括茶农—商贩—消费者、茶农—消费者、产茶基地—产销地批发市场—消费者、茶农—批发市场—零售市场—消费者四种主要模式,其中第四种更为普遍。四种模式中,除第二种由茶农直面消费者外,其余均有中间商参与,而由于福建目前茶农较为分散、规模较小,大量茶农

直面消费者的形式反而使得市场流通无序化、分散化。而以第四种模式为代表的中间商模式中,批发和零售市场往往起核心作用,流通环节过长,导致成本高、效率低。

## 2. 农村物流发展迟缓

茶叶生长地一般相对偏远,国家及福建省大力支持农村物流发展,流通网络建设迅速,但整体农村物流体系建设相对缓慢,道路虽然贯通,但是乡村道路狭窄曲折,通行能力差。农村物流基础设施还不够完善,交通便利度较低,特别是福建北部武夷山地区,如逢雨季可能引起洪水、滑坡等自然灾害,严重影响到茶叶流通效率的提升。农产品物流技术也相对传统,冷链物流发展迟缓,致使部分需要冷藏的茶叶出现腐化变质现象,降低客户满意度及品牌美誉度,进一步降低茶叶在市场上的流通程度,加大了茶叶行业流通成本。

## 3. 品牌附加值及集中度均低

世界十大茶叶品牌中,Twinings 川宁、Lipton 立顿、Yorkshire Tea 约克郡茶、Tetley 泰特雷四个品牌源自英国,Tazo、The Republic of Tea、Celestial Seasonings、Harney & Sons、Bigelow 毕格罗源自美国,Dilmah 迪尔玛源自斯里兰卡,中国七万家茶厂,但无一上榜,英国立顿一家年产值就相当于中国茶叶年产值的 70%。福建省茶叶品牌众多,现也仅八马茶业、天福茗茶等规模稍大,低品牌附加值不利于企业的规模化良性发展,并经常面临国际贸易壁垒,对茶叶出口产生不利。

## 4. 茶叶企业组织化程度低

首先,知名大型连锁茶叶集团较少,福建省积极推进茶业连锁发展,但除个别大型连锁企业管理良好外,其余的企业加盟商更多的处于分散经营、各自为政的状态,缺乏统一的管理及营销手段,导致同质化竞争严重,摊薄利润。其次,各流通环节缺乏专业的流通人才,对流通的环节和流通体系缺乏正确的认识,没有专业的知识培训,不了解最新的流通技术和资源,不利于茶叶流通效率的提升。第三,茶叶企业周转率较低,流动资产周转率常年维持在 2.3% 左右,而固定资产周转率也仅在 7% 上下,大量的占压企业资金。第四,茶叶行业利润率较低,福建省茶叶批发与零售行业利润率逐年下降,且处于低位,说明企业处于同质化低价竞争阶段,缺少强有力的优势品

牌企业规范市场。

## 5. 茶叶流通信息不对称

由于缺少集约化的茶业生产体系,导致中国茶叶生产主体以小农分散为主,数量多、规模分散,容易出现信息不对称情况。由于信息不对称,消费者需求变动很难及时反馈给供应链上游的批发商和茶农,特别是中小型批发商及茶农会以过往经验进行种植和批发,易导致供过于求现象。如茶叶批零业利润率指标显示从 2011 年开始就出现明显下滑趋势,而产量和播种面积却在 2011—2016 年继续快速增长,直到 2017 年才有所下滑,存在严重的信息时滞现象。茶农等上游端由于自然灾害、种养殖技术变化等原因导致出产的茶叶变动信息,也很难及时传递给中下游的零售商及消费者。

## 五、福建省茶叶流通效率提升建议

福建省应在现有“茶叶强省”战略支持下,多方支持,提升茶叶流通效率。

### (一) 创新茶叶流通模式

在上游环节,广泛开展茶叶合作社形式,将分散的小茶农、小茶厂整合起来,形成合作社,提高上游合作程度;在中下游环节,除继续完善传统批零制以外,大力发展连锁经营形式,缩短茶叶流通环节,扩充茶叶流通渠道方式;同时,通过现代信息技术,结合行业协会发展,提高供应链上下游响应速度。借鉴共享经济发展理念,借助现代信息技术,采用众包物流、共享物流等形式,降低企业流通机构重复设置,通过共享思维提高茶叶流通效率,进而降低茶叶流通成本。

### (二) 完善茶叶流通设施设备

一是应结合多山、靠海等独特地理位置,大力完善茶叶流通基础设施建设,完善山区路网,加大茶叶主产区交通基础设施建设。二是加快布局各级物流中心。三是升级茶叶加工制造设备设施,实现茶叶的精加工和茶叶精包装,提升茶叶附加值。四是加大冷藏技术投入力度,大力发展茶叶冷链物流,保障茶叶流通环节质量稳定。

### (三) 打造知名茶叶品牌

在最新的 2019 中国连锁百强榜单中,厦门山国饮艺茶叶公司与中国茶叶有限公司、北京吴裕泰茶叶有限公司入选,但山国饮艺营业额仅 4.83 亿元,门店 725 个,平均单店年营收仅 66.62 万元,而英国立顿公司年营业额就超过 10 亿欧元。福建省茶叶品牌众

多,应积极考察,推动行业企业合作,通过企业兼并、竞争淘汰等形式提高行业集中度,打造福建知名茶叶品牌,提升茶叶行业集中度,提高企业组织化程度,并积极拓展海外市场,提高规模效应。

#### (四)提高茶业企业组织化水平

企业生产效率的提升、组织化水平的提高、资产周转率的提高可以有效降低资金占用率,保障茶叶流通环节顺畅。企业组织化水平越高,企业内部茶叶生产、销售等环节衔接更为顺畅,对市场把控更为精准,促使企业与上下游茶叶供应链企业间合作更为紧密,在更广更大范围内进行流通领域标准化建设,进而形

成行业规范,推动茶叶流通发展,提高茶叶行业利润率。

#### (五)提升茶叶流通环节信息化水平

信息化水平的提升可有效提升福建茶叶流通环节效率,降低信息不对称。公共信息平台的搭建可以为茶业供应链上下游企业提供良好的信息支撑,使产销更容易平衡;卫星导航、GIS 地图等现代信息技术的配备<sup>[4]</sup>,可以使茶业配送车辆在更大更广的范围内优化路径;大数据分析、数据挖掘等技术的运用,可以更精准的进行生产、销售预测,提前做好流通准备。

#### 参考文献:

- [1] 蔡伦红,吴全,汤焱,等.基于渠道权力理论的茶叶流通效率提升研究[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2012,12(5):61-65.
- [2] 李定珍,王星欣.武陵山片区茶叶流通效率测评与演进趋势[J].吉首大学学报(社会科学版),2017,38(2):85-90.
- [3] 范秋芳,王丽洋.中国全要素能源效率及区域差异研究:基于 BCC 和 Malmquist 模型[J].工业技术经济,2018,37(12):61-69.
- [4] 陈梦,付临焯.“互联网+”背景下农产品供需信息平台建设博弈分析[J].中国农业资源与区划,2017,38(12):221-226.

## Evaluation of Tea Circulation Efficiency in Fujian Province Based on PCA-BCC

CHEN Meng, LIN Guilan

(Tan Kah Kee College, Xiamen University, Zhangzhou Fujian 363105, China)

**Abstract:** Based on combing the development of the tea industry in Fujian Province, the paper uses principal component analysis and data envelopment analysis to design an index system, collect data from 2000 to 2017, and conduct a research on the evaluation of tea circulation efficiency. Studies have shown that the tea circulation efficiency in Fujian Province was very high in the first 4 years and then declined year by year. The paper summarizes the problems of excessively long links in the circulation of Fujian tea industry, low level of corporate circulation, and information asymmetry, and makes suggestions to build a well-known tea brand, innovate tea circulation models, and promote the level of information circulation.

**Keywords:** Fujian province; tea circulation; efficiency evaluation; principal component analysis; data envelopment analysis

[责任编辑 王七萍]